

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Japanese Patent Office
Patent Laying-Open Gazette

Patent Laying-Open No.	2001-285188
Date of Laying-Open:	October 12, 2001
International Class(es):	H04B 7/26 H01Q 3/26 H04B 7/08 7/10 H04Q 7/36

(14 pages in all)

Title of the Invention:	Radio Base Station, Method of Communication Therefor, and Recording Medium Therefor
Patent Appln. No.	2000-101496
Filing Date:	April 3, 2000
Inventor(s):	Yoshiharu DOI and Tadayoshi ITOH
Applicant(s):	Sanyo Electric Co., Ltd. (transliterated, therefore the spelling might be incorrect)

Partial English Translation

A radio base station can avoid a communication failure possibly occurring when spatially multiplexed symbol trains transmitted from mobile stations are received close in timing.

When a symbol train is received from a mobile station at a timing and another symbol train is received from another mobile station at a different timing with a difference Δt_R less than a predetermined value, a transmission timing adjustment unit 53 calculates a timing to be adopted to transmit a symbol train to the mobile station to provide difference Δt_R of no less than the predetermined value and notifies a clock generator 52 of the calculated timing of transmission. When clock generator 52 is notified of the new, calculated timing of transmission, it generates a clock offset for each transmission slot successively by Δt_c until the current timing of clock generation changes to the notified timing of transmission, and a signal adjustment unit 51 transmits a symbol train to the mobile station in response to the clock generated by clock generator 52.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-285188

(P2001-285188A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ト (参考)
H 0 4 B	7/26	H 0 1 Q 3/26	Z 5 J 0 2 1
H 0 1 Q	3/26	H 0 4 B 7/08	D 5 K 0 0 4
H 0 4 B	7/08	7/10	A 5 K 0 5 9
	7/10	H 0 4 L 27/18	Z 5 K 0 6 7
H 0 4 Q	7/36	H 0 4 B 7/26	N

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-101496(P2000-101496)

(22) 出願日 平成12年4月3日 (2000. 4. 3)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 土居 義晴

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(72) 発明者 伊藤 忠芳

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(74) 代理人 100090446

弁理士 中島 司朗

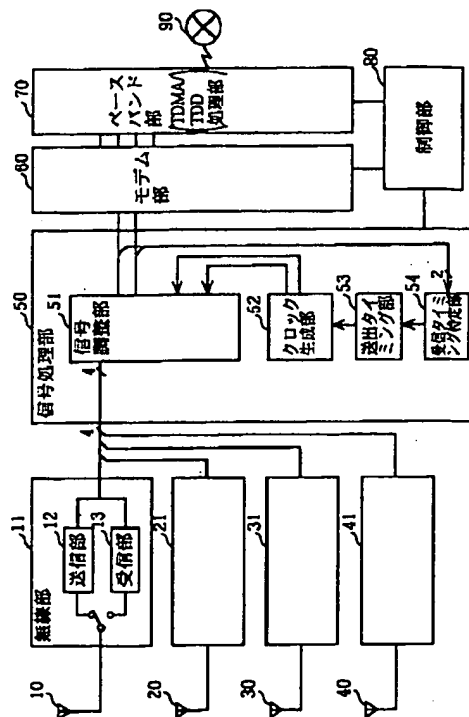
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線基地局、無線基地局の通信方法及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 空間多重された移動局からのシンボル列の受信タイミングが近接して通話不能に至る可能性があるときに、通話不能を回避する無線基地局を提供することを目的とする。

【解決手段】 送出タイミング調整部53は、2台の移動局からのシンボル列の受信タイミング差 Δt_R が所定値未満なら、所定値以上となるように、移動局へのシンボル列の送出タイミングを算出し、当該送出タイミングをクロック生成部52に通知する。クロック生成部52は、新たな送出タイミングの通知を受けたときには、現在のクロックの生成タイミングから、通知された送出タイミングになるまで、送信スロットごとに順次 Δt_c ずつずらしてクロックを生成し、信号調整部51は、クロック生成部52が生成したクロックに従って、移動局へのシンボル列を送出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出するとともに、当該移動局からの受信信号を受信する無線基地局であって、2台の移動局から送られるシンボル列の受信タイミングが一致しないように、当該2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局に対してシンボル列の送出タイミングを調整させるタイミング調整手段を備えたことを特徴とする無線基地局。

【請求項2】 複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出し、前記送信信号を移動局が受信してから一定時間後に当該移動局が送信する信号を受信する無線基地局であって、移動局から送られる信号中のシンボル列の受信タイミングを特定するタイミング特定手段と、特定した受信タイミングの差が第1の時間未満となるような2台の移動局を探索する手段と、前記探索した2台の移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間以上に变化するように、前記2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを調整するタイミング調整手段とを備えたことを特徴とする無線基地局。

【請求項3】 前記タイミング調整手段は、前記第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出する手段を含み、前記2台の移動局のうちの受信タイミングが早い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを早くする時間と、前記2台の移動局のうちの受信タイミングが遅い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを遅くする時間の合計時間が前記差分時間以上となるように送出タイミングを調整することを特徴とする請求項2記載の無線基地局。

【請求項4】 前記無線基地局は、時分割されたタイムスロットで送受信する手段を含み、前記タイミング特定手段は、受信用タイムスロットの開始からシンボル列の先頭を受信するまでの相対時刻を受信タイミングとして特定し、前記タイミング調整手段は、前記第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出する手段を含み、前記2台の移動局のうちの受信タイミングが早い方の受信タイミングが前記差分時間以上のときには、当該受信タイミングが早い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを少なくとも差分時間分だけ早くして送出タイミングを調整することを特徴とする請求項2記載の無線基地局。

【請求項5】 前記無線基地局は、時分割されたタイムスロットで送受信する手段を含み、前記タイミング特定手段は、受信用タイムスロットの開始からシンボル列の末端を受信するまでの相対時刻を受信タイミングとして特定し、前記タイミング調整手段は、前記2台の移動局のうちの

受信タイミングが遅い方の移動局の受信タイミングから前記受信用スロットの終了までの時間を残余時間として算出する手段と、前記第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出する手段とを含み、前記残余時間が前記差分時間以上のときには、当該受信タイミングが遅い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを少なくとも差分時間分だけ遅らせて送出タイミングを調整することを特徴とする請求項2記載の無線基地局。

【請求項6】 前記無線基地局は、時分割されたタイムスロットで送受信する手段を含み、前記タイミング特定手段は、受信用タイムスロットの開始からシンボル列の先頭を受信するまでの相対時刻を受信タイミングとして特定し、前記タイミング調整手段は、前記2台の移動局のうちの受信タイミングの遅い方の移動局からのシンボル列の末端を受信してから前記受信用スロットの終了までの時間を残余時間として算出する手段と、前記第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出する手段とを含み、前記受信タイミングが前記差分時間以上で、かつ前記残余時間以上のときには、受信タイミングが早い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを少なくとも差分時間分だけ早くし、前記残余時間が前記差分時間以上で、かつ前記受信タイミング以上のときには、受信タイミングが遅い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを少なくとも差分時間分だけ遅くして送出タイミングを調整することを特徴とする請求項2記載の無線基地局。

【請求項7】 前記タイミング調整手段は、前記調整された送出タイミングとなるまで、送信用タイムスロットごとに順次、一定量ずつ送出タイミングを変化させることを特徴とする請求項3～6のいずれかに記載の無線基地局。

【請求項8】 複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出し、前記送信信号を移動局が受信してから一定時間後に当該移動局が送信する信号を受信する無線基地局の通信方法であって、移動局から送られる信号中のシンボル列の受信タイミングを特定するステップと、特定した受信タイミングの差が第1の時間未満となるような2台の移動局を探索するステップと、前記探索した2台の移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間以上に变化するように、前記2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを調整するステップとを含むことを特徴とする無線基地局の通信方法。

【請求項9】 複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出し、前記送信信号を移動局が受信してから一定時間後に当該移動局が送信する信号を受信する無線基地局を制御するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

移動局から送られる信号中のシンボル列の受信タイミングを特定するステップと、

特定した受信タイミングの差が第1の時間未満となるような2台の移動局を探索するステップと、

前記探索した2台の移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間以上に变化するように、前記2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを調整するステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重化して送出するアダプティブアレー方式等の無線基地局及び当該無線基地局が移動局との間で行う通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、移動通信において利用者の急激な増大によって周波数資源が飽和してきており、この解決策として空間多重方式が注目されている。空間多重方式とは、アダプティブアレー装置を用いて、複数の移動局に対して互いに異なる指向性パターンを形成することにより、同一周波数で同時刻に複数の移動局の送受信信号を多重化する通信方式である。

【0003】アダプティブアレー装置を備えた無線基地局では、複数の移動局からの多重された受信信号から個々の移動局ごとの受信信号を分離するために、アンテナごとの受信信号に対して振幅と位相を調整するための重み係数を各移動局ごとに算出する。重み係数の算出方法としては、最小2乗誤差法（Minimum Mean Square Error: MMSE）が用いられる。つまり、アンテナごとの受信信号に当該アンテナ用の重み係数を乗じた値と参照信号との誤差の総和が最小になるようにして重み係数が算出される。ここで、参照信号としては、既知の信号、例えば、PHSではシンボル列を構成するPR（プリアンブル）やUW（ユニークワード）が用いられる。

【0004】なお、アダプティブアレー方式や空間多重化方式については、「アレーアンテナによる適応信号処理」（菊間信良著、科学技術出版）や「バス分割多元接続（PDMA）移動通信方式」（信学技報RCS93-84(1994-01), pp37-44）に詳しく記載されているので、ここではこれ以上の詳細な説明を省略する。ところで、上記参照信号は、空間多重により無線接続される移動局ごとに異なる値であれば、重み係数の算出や信号の分離はなんら問題なく行えるが、例えば、PHSでは、上記のPRやUWは、すべての移動局で共通のものをを用いるため、シンボル列を受信するタイミングが近接した場合には、多重化された受信信号から、移動局ごとのシンボル列を正常に分離することができないという不具合が生じる。このような不具合を回避するため、無線基地局では、シ

ンボル列の受信タイミング差が一定時間以上となるような移動局のセットを選択して、当該選択した移動局のセットに対して空間多重を行うこととしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、当初、受信タイミング差が一定時間以上になるようにうまく空間多重されていたとしても、多重化された移動局のセットのうちの少なくとも1台の移動局が移動することによって、当該移動局と無線基地局との間の信号の伝播環境に変化が生じる。その結果、無線基地局において当該移動局からのシンボル列の受信タイミングが変化し、他の移動局のシンボル列との受信タイミング差が一定時間以下に近接してしまうことがある。かかる場合には、移動局ごとのシンボル列を分離できなくなり、通話不能に陥ることになる。

【0006】そこで、本発明は、空間多重された移動局からのシンボル列の受信タイミングが近接して将来通話不能に至る可能性があるときに、通話不能に陥ってしまうことを回避する無線基地局及び無線基地局の通信方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決するため、本発明は、複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出するとともに、当該移動局からの受信信号を受信する無線基地局であって、2台の移動局から送られるシンボル列の受信タイミングが一致しないように、当該2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局に対してシンボル列の送出タイミングを調整させるタイミング調整手段を備える。

【0008】また、本発明は、複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出し、前記送信信号を移動局が受信してから一定時間後に当該移動局が送信する信号を受信する無線基地局であって移動局から送られる信号中のシンボル列の受信タイミングを特定するタイミング特定手段と、特定した受信タイミングの差が第1の時間未満となるような2台の移動局を探索する手段と、前記探索した2台の移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間以上に变化するように、前記2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを調整するタイミング調整手段とを備える。

【0009】

【発明の実施の形態】本実施の形態は、移動局からのシンボル列を受信するタイミングが所定時間未満に近接したときに、当該タイミングが所定時間以上となるように、これらの移動局へ送信するシンボル列のタイミングを調整する機能を備えた無線基地局に関する。

【0010】以下、図面を参照して、本実施の形態について説明する。

（無線基地局の構成）図1は、本発明の実施形態におけ

る無線基地局の主要部の構成を示すブロック図である。本無線基地局は、無線部11、21、31、41と、アンテナ10、20、30、40と、モデム部60と、制御部80と、ベースバンド部70と、信号処理部50とを備える。

(無線部11) 無線部11は、送信部12と、受信部13とから構成される。送信部12は、信号処理部50から入力されるベースバンド信号(シンボル列)を中間周波数信号(以後、IF信号と略す)にまで変調し、IF信号を高周波信号(以後、RF信号と略す)に変換し送信出力レベルにまで増幅してアンテナ10に出力する。受信部13は、アンテナ10からの受信信号をIF信号にまで変換し、ベースバンド信号(シンボル列)に復調する。

【0011】無線部21、31、41は、無線部11と同じ構成なので説明を省略する。

(モデム部60) モデム部60は、ベースバンド信号を $\pi/4$ シフトQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)方式により変復及び復調を行う。

(制御部80) 制御部80は、具体的にはCPU及びメモリで構成され、本無線基地局全体をの制御、特に、制御チャネルを介して移動局から発信を受けたとき、及び網からの着信を受けたとき、移動局に対して通信チャネルを割当てる。図2は、割当て管理テーブルの一例を示す。同図の割当て管理テーブルにおいて、横方向は時分割による通信チャネルを、縦方向はバス分割による多重化を示している。欄内のPS-A~PS-Dは割当てられている移動局を示す。同図では、PS-A、PS-C、及びPS-Dとが時分割多重され、PS-AとPS-Bとが空間多重されている状態を示している。

(ベースバンド部70) ベースバンド部70は、図外の網(公衆網又は自営網)と接続し、電話網90との間でベースバンド信号の接続を行う。

【0012】また、ベースバンド部70は、時分割多重化処理を行う。図3は、時分割多重を行うためのTDM/TDDフレームの説明図を示す。ここでは、いわゆるPHS電話システムのTDM/TDDフレームを示している。同図において、T0~T3は送信タイムスロット、R0~R3は受信タイムスロットである。制御チャネル(図中CCH)は、送信タイムスロットと受信タイムスロットのペア(T0、R0)により構成される。また、通信チャネルTCH1、TCH2及びTCH3は、(T1、R1)、(T2、R2)、(T3、R3)のペアによりそれぞれを構成する。通信チャネルTCH1、TCH2及びTCH3は、時分割による区別であるが、各通信チャネルは、さらに空間多重により複数の通信チャネルが形成される。

(信号処理部50) 信号処理部50は、プログラマブルなデジタルシグナルプロセッサを中心に構成され、信

号調整部51と、クロック生成部52と、送出タイミング調整部53と、受信タイミング特定部54とを有する。

【0013】クロック生成部52は、空間多重する移動局(ユーザ)ごとに固有のクロックを発生し、それぞれを信号調整部51に送る。本実施の形態では、説明の簡略化のため空間多重するユーザ数を2つとするので、クロック生成部52は、ユーザA用のクロックTAとユーザB用のクロックTBを生成する。クロック生成部52は、送出タイミング制御部53から送出タイミングの通知を受けると、通知された送出タイミングと一致するようにクロックの生成タイミングを調整する。この際、クロック生成部52は、次の時刻の送信タイムスロットで、クロックの生成タイミングを通知された送出タイミングに一致するように一度に変更するのではなく、現在のクロックの生成タイミングから通知された送出タイミングとなるまで、送信タイムスロットごとに一定量 Δt_c ずつ生成タイミングを変化させる。これは、無線基地局からシンボル列の送信タイミングが急激に変化すると移動局においてシンボル列をうまく受信できなくなる場合があること及びPHS規格との整合性を考慮したものである。

【0014】信号調整部51は、無線部11、21、31、41から入力されるシンボル列から、ユーザごとのシンボル列を生成してモデム部60に出力するとともに、モデム部60から送られるユーザごとのシンボル列から、無線部11、21、31、41ごとのシンボル列を生成して無線部11、21、31、41へ出力する。図4は、信号調整部51の構成を示す図である。同図に示すように、信号調整部51は、空間多重するユーザごとにユーザ処理部51a、51bを備える。同図のX1~X4及びS1~S4は、信号線や端子を示すが、説明の便宜上、当該信号線や端子が入出力されるシンボル列名をも示すものとする。X1~X4は、無線部11、21、31、41から信号調整部51へ送られるシンボル列を示し、S1~S4は、信号調整部51から無線部11、21、31、41へ送られるシンボル列を示す。

【0015】ユーザ処理部51aは、無線部11、21、31、41からシンボル列X1~X4の入力を受けける。ユーザ処理部51aは、これらのシンボル列からユーザAのシンボル列Uaを生成して、モデム部60に出力する。また、ユーザ処理部51aは、モデム部60からユーザAのシンボル列Uaの入力を受けける。ユーザ処理部51aは、このシンボル列から無線部11、21、31、41へのシンボル列Sa1~Sa4を生成して、それぞれのシンボル列を各無線部へ出力する。他のユーザ処理部51bも、同様にして各無線部へシンボル列Sb1~Sb4を出力する。その結果、無線部11には、各ユーザ処理部からのシンボル列Sa1とSb1とが加算されたシンボル列S1(=Sa1+Sb1)が送

られることになる。

【0016】次に、ユーザ処理部による処理の詳細について説明する。図5は、ユーザ処理部51aの構成を示す図である。ウエイト算出部55は、移動局との通信を開始してから最初の数個の受信タイムスロットにおいて、シンボル列中の既知の部分であるPR（プリアンブル）とUW（ユニークワード）のシンボルを用いてウエイトを算出する。すなわち、ウエイト算出部55は、無線部11、21、31、41から送られるシンボル列X1〜X4と、参照信号発生部506から送られる固定のシンボル列Dを用いて、 $E = D - (Wa1 \times X1 + Wa2 \times X2 + Wa3 \times X3 + Wa4 \times X4)$ を最小化するように、ウエイトWa1〜Wa4を算出する。このようにして一旦算出されたウエイトWa1〜Wa4は、それ以降のその受信タイムスロットでのシンボル列の受信において、及びその受信タイムスロットのペアとなる送信タイムスロットにおいて初期値として用いられる。

【0017】ウエイト算出部55は、シンボル列を受信する際に、上記のように算出されたウエイトWa1〜Wa4を出力し、乗算器521〜524及び加算器504によって、ユーザAへのシンボル列Ua（ $= Wa1 \times X1 + Wa2 \times X2 + Wa3 \times X3 + Wa4 \times X4$ ）が生成される。生成されたユーザAへのシンボル列Uaは、モデム部60へ送られる。

【0018】また、シンボル列を送信する際には、モデム部60から送られるユーザAへのシンボル列Uaは、一旦、バッファ507に格納される。バッファ507は、クロック生成部52で生成したクロックTAに従って、シンボル列Uaを出力する。ウエイト算出部53は、前述のように算出されたウエイトWa1〜Wa4をクロックTAに従って出力する。乗算器581〜584のそれぞれは、シンボル列UaとウエイトWa1〜Wa4とを乗算して、乗算結果であるシンボル列Sa1（ $= Wa1 \times Ua$ ）、Sa2（ $= Wa2 \times Ua$ ）、Sa3（ $= Wa3 \times Ua$ ）、Sa4（ $= Wa4 \times Ua$ ）を無線部11、21、31、41へ出力する。

【0019】ユーザ処理部51bのウエイト算出部も、同様にしてウエイトの算出とシンボルを送受信する際のウエイトの出力を行い、ユーザ処理部51bのバッファはクロックTBに従ってユーザBへのシンボル列Ubを出力する。ここで、クロック生成部52がクロックTBをクロックTAよりも ΔtS だけ遅れて生成した場合には、ユーザ処理部51bから出力されるシンボル列Sb1〜Sb4は、ユーザ処理部51aから出力されるSa1〜Sa4よりも、 ΔtS だけ遅れたものとなる。

【0020】このように、無線基地局において、ユーザ（移動局）へ送信するシンボル列の送出タイミングを変えることにより、移動局では、シンボル列の受信時刻が変化し、当該受信時刻から一定時間経過後に無線基地局にシンボル列に送出するので、無線基地局では、移動局

からのシンボル列の受信タイミングを変えることができる。

（受信タイミング特定部54）受信タイミング特定部54は、シンボル列を受信する受信タイムスロットの開始時刻を基準とした、シンボル列を構成する先頭のシンボル点を受信する相対時刻をシンボル列の受信タイミングとして特定する。

【0021】図6（a）は、ユーザA、Bへのシンボル列の送出タイミングの例を示す。同図に示すように、無線基地局からは、T1スロットにおいて、ユーザAへのシンボル列とユーザBへのシンボル列とをT1スロット内の同一のタイミングで送信しているものとする。つまり、ユーザAへのシンボル列の送出タイミングを tSa 、ユーザBへのシンボル列の送出タイミングを tSb とすると、 $tSa = tSb$ が成立している。

【0022】図6（b）は、ユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。同図に示すように、無線基地局では、同図（a）に示したT1スロットの対となるR1スロットにおいて、ユーザAからのシンボル列とユーザBからのシンボル列とを異なる受信タイミング tRa 、 tRb で受信している。これは、無線基地局と移動局との間のシンボル列の伝送時間が移動局ごとに相違することによる。このように、空間多重された移動局からのシンボル列の受信タイミングが一定時間以上離れていることによって、シンボル列の分離が可能となっている。

（送出タイミング調整部53）送出タイミング調整部53は、受信タイミング特定部54で特定された各ユーザからのシンボル列の受信タイミング tRa と tRb より、受信タイミング差 $\Delta tR (= |tRb - tRa|)$ を算出する。

【0023】そして、送出タイミング調整部53は、算出した受信タイミング差 ΔtR が、閾値 $\Delta tmin$ 以上ならば、これまでと同一のタイミングでシンボル列を送出しても、シンボル列の分離が可能なので調整を行わない。ここで、閾値とは、移動局ごとのシンボル列が分離できる最低限の時間差よりもマージンを加えた値である。受信タイミング差が閾値未満のときには、その後にさらに受信タイミング差が小さくなると分離できなくなる危険性がある。

【0024】一方、送出タイミング調整部53は、 ΔtR が閾値 $\Delta tmin$ 未満ならば、ユーザが移動することによって、 ΔtR が小さくなった場合には、ユーザごとのシンボル列が分離できなくなる危険性があるので、送出タイミングを変更することによって受信タイミング差が広がるようにする。つまり、 $\Delta tmin$ と ΔtR との差分である $\Delta tS (= \Delta tmin - \Delta tR)$ を算出し、当該 ΔtS だけユーザAと又はユーザBへのシンボル列の送出タイミングを変更する。そして、送出タイミング調整部53は、各ユーザのシンボル列の末尾のシンボル

の受信時刻と受信スロットの終了時刻との時間差 tE_a 、 tE_b を算出する。そして、送出タイミング調整部 53 は、以下の (A1) ~ (A4) の基準でシンボル列の送出タイミングを算出する。ここで、 tSa' と tSb' とは、それぞれユーザ A とユーザ B へのシンボル列の変更後の送出タイミングを示す。

(A1) $tRa \geq \Delta tS$ 、かつ $tEb < \Delta tS$ ならば (図 7 (a) に示す。)、 $tSa' = tSa - \Delta tS$ 、 $tSb' = tSb$ とする (図 7 (b) に示す。)

【0025】つまり、受信タイミングが早い方をさらに早くすることのできる最長時間 tRa が ΔtS 以上で、かつ受信タイミングが遅い方をさらに遅くすることのできる最長時間 tEb が ΔtS 未満のときには、受信タイミングが早い方のユーザへのシンボル列の送出タイミングを ΔtS だけ早くする。

(A2) $tRa < \Delta tS$ 、かつ $tEb \geq \Delta tS$ ならば (図 8 (a) に示す。)、 $tSa' = tSa$ 、 $tSb' = tSb + \Delta tS$ とする (図 8 (b) に示す。)

【0026】つまり、受信タイミングが早い方をさらに早くすることのできる最長時間 tRa が ΔtS 未満で、かつ受信タイミングが遅い方をさらに遅くすることのできる最長時間 tEb が ΔtS 以上のときには、受信タイミングが遅い方のユーザへのシンボル列の送出タイミングを ΔtS だけ遅くする。

(A3) $tRa \geq \Delta tS$ 、 $tEb \geq \Delta tS$ 、かつ $tRa \geq tEb$ ならば (図 9 (a) に示す。)、 $tSa' = tSa - \Delta tS$ 、 $tSb' = tSb$ とする (図 9 (b) に示す。)

【0027】つまり、受信タイミングが早い方をさらに早くすることのできる最長時間 tRa が ΔtS 以上で、かつ受信タイミングが遅い方をさらに遅くすることのできる最長時間 tEb が ΔtS 以上であって、 tRa が tEb 以上のときには、受信タイミングが早い方のユーザへのシンボル列の送出タイミングを ΔtS だけ早くする。

(A4) $tRa \geq \Delta tS$ 、 $tEb \geq \Delta tS$ 、かつ $tRa < tEb$ ならば (図 10 (a) に示す。)、 $tSa' = tSa$ 、 $tSb' = tSb + \Delta tS$ とする (図 10 (b) に示す。)

【0028】つまり、受信タイミングが早い方をさらに早くすることのできる最長時間 tRa が ΔtS 以上で、かつ受信タイミングが遅い方をさらに遅くすることのできる最長時間 tEb が ΔtS 以上であって、 tRa が tEb 未満のときには、受信タイミングが遅い方のユーザへのシンボル列の送出タイミングを ΔtS だけ遅くする。

【0029】送出タイミング調整部 53 は、上述のようにして送出タイミングが変更された場合には、変更された送出タイミングをクロック再生部 52 に通知する。次に、上述の基準に従って送出タイミングが変更される

と、最終的にどのように受信タイミングが変化するかについて説明する。図 7 (c) は、図 7 (b) で示す送出タイミングでユーザ A とユーザ B へシンボル列を送出した後の対応する受信スロットにおける、ユーザ A とユーザ B とからのシンボル列の受信タイミングを示す。同図に示すように、ユーザ A へのシンボル列の送出タイミングを ΔtS 早くしたことにより、ユーザ A からのシンボル列の受信タイミング tRa' も ΔtS だけ早くなる。つまり、 $tRa' = tRa - \Delta tS = tRa - (\Delta tmin - \Delta tR) = tRb - \Delta tmin$ となり、ユーザ A のシンボル列の受信タイミングとユーザ B のシンボル列の受信タイミングの差 $\Delta tR'$ は $\Delta tmin$ となり、ユーザ A のシンボル列とユーザ B のシンボル列との分離が安全にできるようになる。

【0030】図 8 (c) は、図 8 (b) で示す送出タイミングでユーザ A とユーザ B へシンボル列を送出した後の対応する受信スロットにおける、ユーザ A とユーザ B とからのシンボル列の受信タイミングを示す。同図に示すように、ユーザ B へのシンボル列の送出タイミングを ΔtS だけ遅くしたことにより、ユーザ B からのシンボル列の受信タイミング tRb' も ΔtS だけ遅くなる。つまり、 $tRb' = tRb + \Delta tS = tRb + (\Delta tmin - \Delta tR) = tRa + \Delta tmin$ となり、ユーザ A のシンボル列の受信タイミングとユーザ B のシンボル列の受信タイミングの差 $\Delta tR'$ は $\Delta tmin$ となり、ユーザ A のシンボル列とユーザ B のシンボル列との分離が安全にできるようになる。

【0031】図 9 (c) は、図 9 (b) で示す送出タイミングでユーザ A とユーザ B へシンボル列を送出した後の対応する受信スロットにおける、ユーザ A とユーザ B とからのシンボル列の受信タイミングを示す。同図に示すように、ユーザ A へのシンボル列の送出タイミングを ΔtS だけ早くしたことにより、ユーザ A からのシンボル列の受信タイミング tRa' も ΔtS だけ早くなる。つまり、 $tRa' = tRa - \Delta tS = tRa - (\Delta tmin - \Delta tR) = tRb - \Delta tmin$ となり、ユーザ A のシンボル列の受信タイミングとユーザ B のシンボル列の受信タイミングの差 $\Delta tR'$ は $\Delta tmin$ となり、ユーザ A のシンボル列とユーザ B のシンボル列との分離が安全にできるようになる。

【0032】図 10 (c) は、図 10 (b) で示す送出タイミングでユーザ A とユーザ B へシンボル列を送出した後の対応する受信スロットにおける、ユーザ A とユーザ B とからのシンボル列の受信タイミングを示す。同図に示すように、ユーザ B へのシンボル列の送出タイミングを ΔtS だけ遅くしたことにより、ユーザ B からのシンボル列の受信タイミング tRb' も ΔtS だけ遅くなる。つまり、 $tRb' = tRb + \Delta tS = tRb + (\Delta tmin - \Delta tR) = tRa + \Delta tmin$ となり、ユーザ A のシンボル列の受信タイミングとユーザ B のシンボ

ル列の受信タイミングの差 $\Delta tR'$ は $\Delta tmin$ となり、ユーザAのシンボル列とユーザBのシンボル列との分離が安全にできるようになる。

<送出タイミングの調整動作>本実施の形態に係る無線基地局におけるシンボル列の送出タイミング制御の動作について説明する。図11は、シンボル列の送出タイミング制御の動作手順を示すフローチャートである。

【0033】まず、信号調整部51のユーザ処理部51a、51bは、無線部11、21、31、41からのシンボル列に基いて、それぞれユーザAのシンボル列とユーザBのシンボル列とを生成する(ステップS1000)。受信タイミング特定部54は、ユーザAのシンボル列の受信タイミング tRa と、ユーザBのシンボル列の受信タイミング tRb を特定する(ステップS1002)。

【0034】次に、送出タイミング調整部53は、受信タイミング差 $\Delta tR = |tRb - tRa|$ を算出し、 ΔtR と $\Delta tmin$ の大きさを比較する。送出タイミング調整部53は、 ΔtR が $\Delta tmin$ 以上ならば、送出タイミングを変える必要がないので、タイミングの調整を行わない(ステップS1003)。一方、送出タイミング調整部53は、 ΔtR が $\Delta tmin$ 未満ならば、受信タイミング差 ΔtR が $\Delta tmin$ 以上に変るように、上述した(A1)~(A4)の基準に従って送出タイミングを算出し、当該送出タイミングをクロック生成部52に通知する(ステップS1003、S1004)。

【0035】クロック生成部52は、送出タイミング調整部53より新たな送出タイミングの通知を受けたときには、現在のクロックの生成タイミングから、通知された送出タイミングとなるまで、送信タイムスロットごとに、順次 Δtc ずつずらしてクロックを生成し、信号調整部51は、クロック生成部52が生成したクロックに従って、ユーザA及びユーザBへのシンボル列を送出する(ステップS1005、S1006)。

【0036】受信タイミング差 ΔtR が $\Delta tmin$ 以上のとき又はクロックが通知された送出タイミングと一致した後は、クロック生成部52は、クロックの生成タイミングを変更することなく、前回と同一のタイミングでクロックを生成し続け、信号調整部51は、クロック生成部52が生成したクロックに従って、ユーザA及びユーザBへのシンボル列を送出する(ステップS1007)。

<まとめ>以上のように、本実施の形態に係る無線基地局では、ユーザからのシンボル列の受信タイミングが近接したときに、ユーザへのシンボル列の送出タイミングを変えることで受信タイミングの差を広げるので、近い将来にユーザからのシンボル列を分離できなくなり通話不能に陥る可能性のあるときに、通話不能にならないように前もって対処することが可能となる。

<変形例>なお、本発明は、上記の実施形態に限定する

ものではなく、以下の変形例も当然に想定するところである。

(1) 送出タイミングの変更について

本実施の形態では、1台の移動局(ユーザ)へのシンボル列の送出タイミングを変更するものとしたが、これに限定するものではなく、2台の移動局へのシンボル列の送出タイミングを変更するものとしてもよい。例えば、送信タイムスロットの範囲内で、受信タイミングが早い方の移動局へのシンボル列の送出タイミングを α だけ早くし、受信タイミングが遅い方の移動局へのシンボル列の送出タイミングを $(\Delta ts - \alpha)$ だけ遅くするものとしてもよい。

(2) 送出タイミングの変更量について

本実施の形態では、受信タイミング差 ΔtR が閾値 $\Delta tmin$ 未満のときに、受信タイミング差が $\Delta tmin$ に変るように、 $\Delta ts (= \Delta tmin - \Delta tR)$ を算出して送出タイミングを調整したが、これに限定するものではなく、受信タイミング差 ΔtR が $\Delta tmin$ よりも幾分大きめになるように $\Delta ts (= \Delta tmin - \Delta tR + \alpha)$ を算出して送出タイミングを調整するものとしてもよい。これによって、受信タイミングを変えても、ユーザが引き続き移動することによって受信タイミングが再度近接する可能性がある場合にも、送出タイミングを再調整する処理を省略することができる。

(3) その他の受信タイミングを変化させる方法について

本実施の形態では、移動局において無線基地局からのシンボル列を受信したタイミングから一定時間経過後に無線基地局に対してシンボル列を送出する性質を利用して、無線基地局では、移動局へのシンボル列の送出タイミングを変えることによって、移動局からのシンボル列の受信タイミングを変えることとしたが、これに限定するものではない。例えば、無線基地局から移動局に対してシンボル列を送出するタイミングを指示する信号を送るものとしてもよい。

(4) 受信タイミングについて

本実施の形態では、受信タイムスロットの開始時刻から、シンボル列の先頭を受信する時刻までの時間を受信タイミングとして特定したが、これに限定するものではない。例えば、受信タイムスロットの開始時刻から、UW(ユニークワード)のうちの特定のシンボル点を受信するまでの相対時刻や、或いはその他のシンボル点を受信するまでの相対時刻を受信タイミングとして特定してもよい。

(5) タイムスロットの枠を超えた送受信について

本実施の形態では、現在使用している送出用タイムスロットで、送出シンボル列を送出でき、かつ現在使用している受信用タイムスロットで移動局からのシンボル列を受信できるという条件を満たす範囲で、送出タイミングを調整したが、これに限定するものではない。シンボル

列の送受信に重なりあう時間がなければ、隣接するタイムスロットにまたがってシンボル列を送受信することとなるような送出タイミングの調整であってもよい。また、信号調整部において、別個のタイムスロットで送受信するユーザのシンボル列が重なった場合でも分離できる機能を付加するものとすれば、隣接するタイムスロットのシンボル列と重なりあうこととなるような送出タイミングの調整であってもよい。

【0037】

【発明の効果】本発明の無線基地局は、複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出するとともに、当該移動局からの受信信号を受信する無線基地局であって、2台の移動局から送られるシンボル列の受信タイミングが一致しないように、当該2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局に対してシンボル列の送出タイミングを調整させるタイミング調整手段を備えたことを特徴とする。

【0038】これにより、空間多重された2台の移動局から送られるシンボル列の受信タイミングが一致しないように、これらの移動局からのシンボル列の送出タイミングを調整するので、無線基地局では2台の移動局からのシンボル列を異なるタイミングで受信し、2台の移動局からのシンボル列が分離できなくなり通話不能に陥るのを回避することができる。

【0039】また、複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出し、前記送信信号を移動局が受信してから一定時間後に当該移動局が送信する信号を受信する無線基地局であって、移動局から送られる信号中のシンボル列の受信タイミングを特定するタイミング特定手段と、特定した受信タイミングの差が第1の時間未満となるような2台の移動局を探索する手段と、前記探索した2台の移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間以上に变化するように、前記2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを調整するタイミング調整手段とを備えたことを特徴とする。

【0040】これにより、空間多重された移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間未満に近接して分離できなくなり通話不能に至る可能性があるときに、当該移動局へのシンボル列の送出タイミングを調整することにより、当該移動局からのシンボル列の受信タイミングの差を第1の時間以上に变えるので、移動局ごとにシンボル列の分離ができなくなって通話不能になるのを回避することができる。

【0041】ここで、前記タイミング調整手段は、前記第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出する手段を含み、前記2台の移動局のうちの受信タイミングが早い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを早くする時間と、前記2台の移動局のうちの受信タイミングが遅い方の移動局への送出シンボル列の送出タイ

ミングを遅くする時間の合計時間が前記差分時間以上となるように送出タイミングを調整することを特徴とすることができる。

【0042】これにより、第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出し、移動局へのシンボル列の送出タイミングを当該差分時間分以上の時間だけ変更するので、移動局からのシンボル列の受信タイミング差は、当該差分時間以上増加して第1の時間以上とすることができる。ここで、前記無線基地局は、時分割されたタイムスロットで送受信する手段を含み、前記タイミング特定手段は、受信タイムスロットの開始からシンボル列の先頭を受信するまでの相対時刻を受信タイミングとして特定し、前記タイミング調整手段は、前記第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出する手段を含み、前記2台の移動局のうちの受信タイミングが早い方の受信タイミングが前記差分時間以上のときには、当該受信タイミングが早い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを少なくとも差分時間分だけ早くして送出タイミングを調整することを特徴とすることができる。

【0043】これにより、受信する時刻が早い方の移動局からのシンボル列の先頭を受信する時刻と受信タイムスロットの開始時刻とが差分時間以上離れているときには、受信する時刻が早い方の移動局へのシンボル列の送出タイミングを差分時間以上早くすることで、当該移動局からのシンボル列の受信タイミングが差分時間以上早くなり、2台の移動局からの受信タイミング差を第1の時間以上とすることができる。

【0044】ここで、前記無線基地局は、時分割されたタイムスロットで送受信する手段を含み、前記タイミング特定手段は、受信タイムスロットの開始からシンボル列の末端を受信するまでの相対時刻を受信タイミングとして特定し、前記タイミング調整手段は、前記2台の移動局のうちの受信タイミングが遅い方の移動局の受信タイミングから前記受信タイムスロットの終了までの時間を残余時間として算出する手段と、前記第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出する手段とを含み、前記残余時間が前記差分時間以上のときには、当該受信タイミングが遅い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを少なくとも差分時間分だけ遅らせて送出タイミングを調整することを特徴とすることができる。

【0045】これにより、受信する時刻が遅い方の移動局からのシンボル列の末端を受信する時刻と受信タイムスロットの終了時刻とが差分時間以上離れているときには、受信する時刻が遅い方の移動局へのシンボル列の送出タイミングを差分時間以上遅くすることで、当該移動局からのシンボル列の受信タイミングが差分時間以上遅くなり、2台の移動局からの受信タイミング差を第1の時間以上とすることができる。

【0046】ここで、前記無線基地局は、時分割されたタイムスロットで送受信する手段を含み、前記タイミン

グ特定手段は、受信用タイムスロットの開始からシンボル列の先頭を受信するまでの相対時刻を受信タイミングとして特定し、前記タイミング調整手段は、前記2台の移動局のうちの受信タイミングの遅い方の移動局からのシンボル列の末端を受信してから前記受信用スロットの終了までの時間を残余時間として算出する手段と、前記第1の時間と受信タイミング差との差分時間を算出する手段とを含み、前記受信タイミングが前記差分時間以上で、かつ前記残余時間以上のときには、受信タイミングが早い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを少なくとも差分時間分だけ早くし、前記残余時間が前記差分時間以上で、かつ前記受信タイミング以上のときには、受信タイミングが遅い方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを少なくとも差分時間分だけ遅くして送出タイミングを調整することを特徴とすることができる。

【0047】これにより、受信用タイムスロットの開始時刻から、受信する時刻が早い方の移動局からのシンボル列の先頭を受信する時刻までの空き時間スペースと、受信する時刻が遅い方の移動局からのシンボル列の末端を受信する時刻から受信用タイムスロットの終了時刻までの空き時間スペースとを比較し、当該空き時間スペースの長い方の時間スペースを利用するので、より長時間分の送出タイミングの差、従って受信タイミング差を確保することができ、シンボルを分離しやすくなる。

【0048】ここで、前記タイミング調整手段は、前記調整された送出タイミングとなるまで、送信用タイムスロットごとに順次、一定量ずつ送出タイミングを変化させることを特徴とすることができる。これにより、無線基地局では、シンボル列の送出タイミングを少しずつ変更するので、移動局において、シンボル列の受信タイミングの急激な変化に追従できないような事態を回避することができる。

【0049】また、本発明は、複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出し、前記送信信号を移動局が受信してから一定時間後に当該移動局が送信する信号を受信する無線基地局の通信方法であって、移動局から送られる信号中のシンボル列の受信タイミングを特定するステップと、特定した受信タイミングの差が第1の時間未満となるような2台の移動局を探索するステップと、前記探索した2台の移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間以上に変化するように、前記2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを調整するステップとを含むことを特徴とする。

【0050】これにより、空間多重された移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間未満に近接して分離できなくなり通話不能になる可能性があるときに、当該移動局へのシンボル列の送出タイミングを調整することにより、当該移動局からのシンボル列の受信

タイミングの差を第1の時間以上にするので、移動局とともにシンボル列の分離ができなくなって通話不能になるのを回避することができる。

【0051】また、本発明は、複数の移動局への送信信号を異なる指向性パターンで空間多重して送出し、前記送信信号を移動局が受信してから一定時間後に当該移動局が送信する信号を受信する無線基地局を制御するプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、移動局から送られる信号中のシンボル列の受信タイミングを特定するステップと、特定した受信タイミングの差が第1の時間未満となるような2台の移動局を探索するステップと、前記探索した2台の移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間以上に変化するように、前記2台の移動局のうちの少なくとも一方の移動局への送出シンボル列の送出タイミングを調整するステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したことを特徴とする。

【0052】これにより、空間多重された移動局からのシンボル列の受信タイミングの差が第1の時間未満に近接して分離できなくなり通話不能に陥る可能性があるときに、当該移動局へのシンボル列の送出タイミングを調整することにより、当該移動局からのシンボル列の受信タイミングの差を第1の時間以上にするので、移動局とともにシンボル列の分離ができなくなって通話不能になるのを回避することができる。

【0053】以上のように、本発明によって、空間多重化による通信方式の普及に際して大きな障害となっていた通話不能に陥る問題が解消されるので、その実用的効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態における無線基地局の主要部の構成を示すブロック図である。

【図2】割当て管理テーブルの一例を示す。

【図3】時分割多重を行うためのTDMA/TDDフレームの説明図である。

【図4】信号調整部51の構成を示す図である。

【図5】ユーザ処理部51aの構成を示す図である。

【図6】図6(a)は、ユーザA、Bへのシンボル列の送出タイミングの例を示す。図6(b)は、ユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。

【図7】図7(a)は、ユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。図7(b)は、ユーザA、Bへのシンボル列の調整された送出タイミングの例を示す。図7(c)は、送出タイミング調整後におけるユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。

【図8】図8(a)は、ユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。図8(b)は、ユーザA、Bへのシンボル列の調整された送出タイミングの例を示す。図8(c)は、送出タイミング調整後における

ユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。

【図9】図9(a)は、ユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。図9(b)は、ユーザA、Bへのシンボル列の調整された送出タイミングの例を示す。図9(c)は、送出タイミング調整後におけるユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。

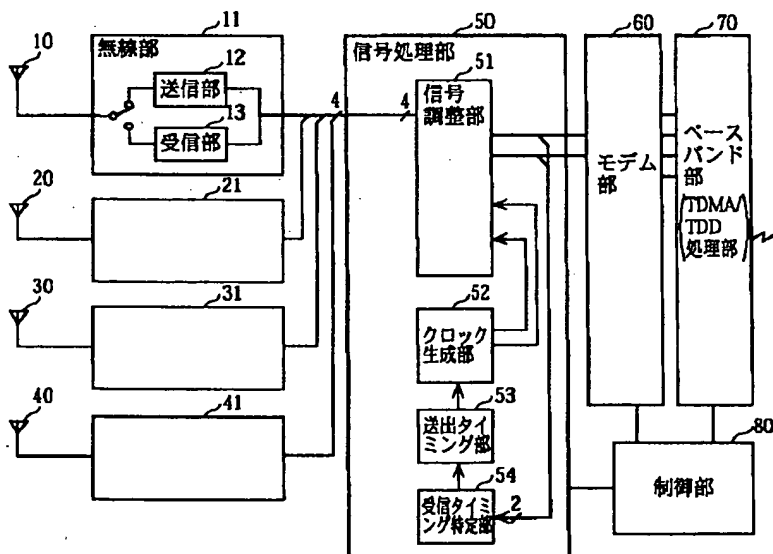
【図10】図10(a)は、ユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。図10(b)は、ユーザA、Bへのシンボル列の調整された送出タイミングの例を示す。図10(c)は、送出タイミング調整後におけるユーザA、Bからのシンボル列の受信タイミングの例を示す。

【図11】シンボル列の送出タイミング制御の動作手順を示すフローチャートである。

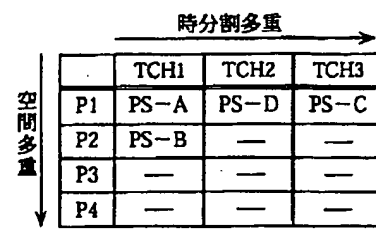
*【符号の説明】

- 10、20、30、40 アンテナ
- 11、21、31、41 無線部
- 12 送信部
- 13 受信部
- 50 信号処理部
- 51 信号調整部
- 51a ユーザ処理部
- 52 クロック生成部
- 53 送出タイミング調整部
- 54 受信タイミング特定部
- 60 モデム部
- 70 ベースバンド部
- 80 制御部
- 90 電話網

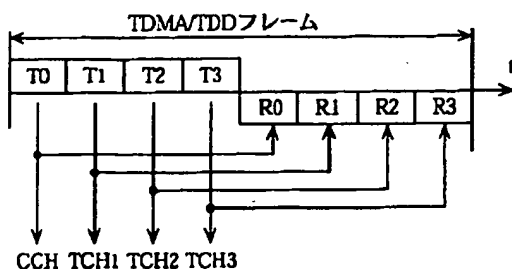
【図1】



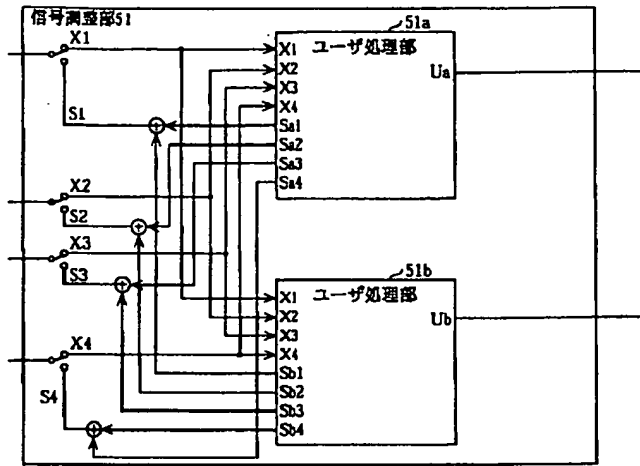
【図2】



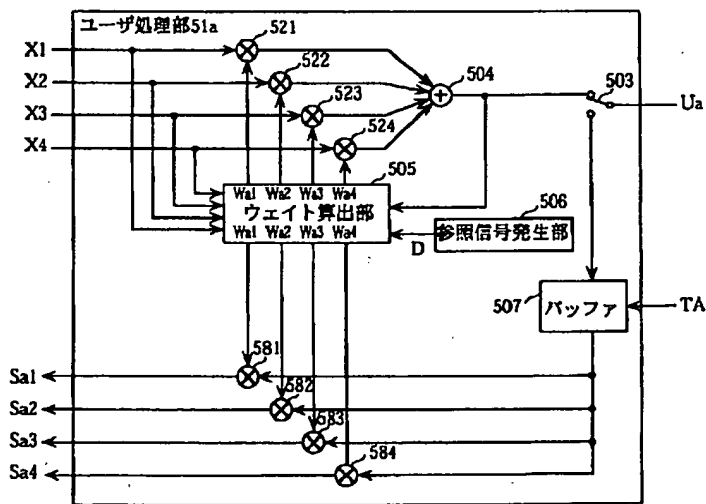
【図3】



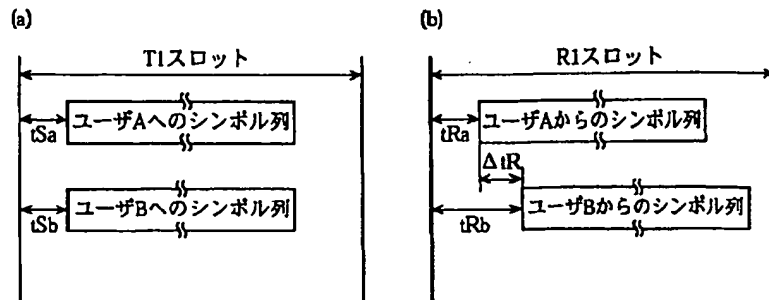
【図4】



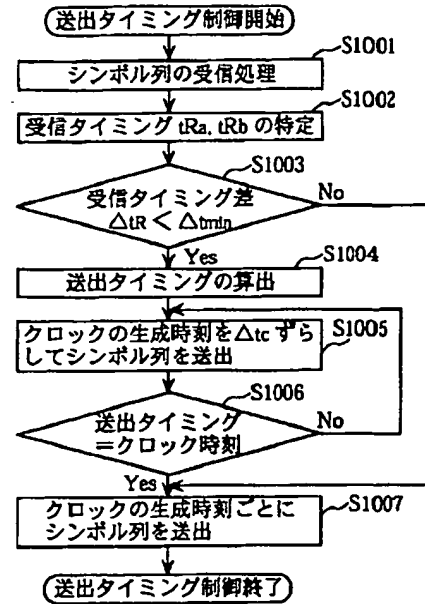
【図5】



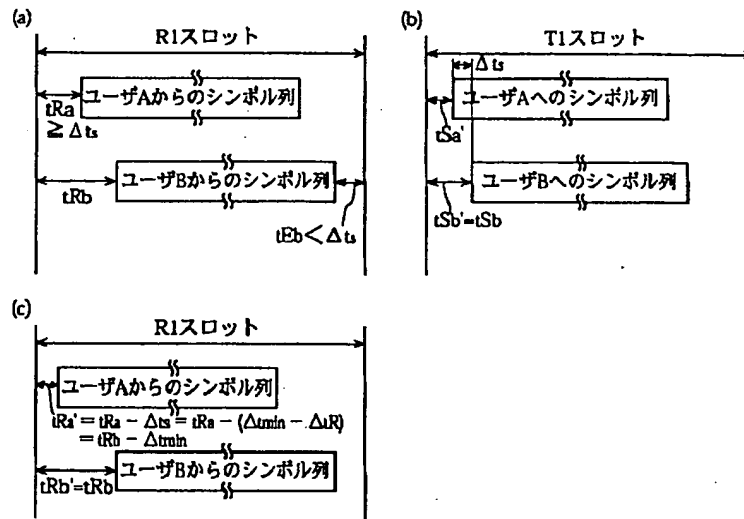
【図6】



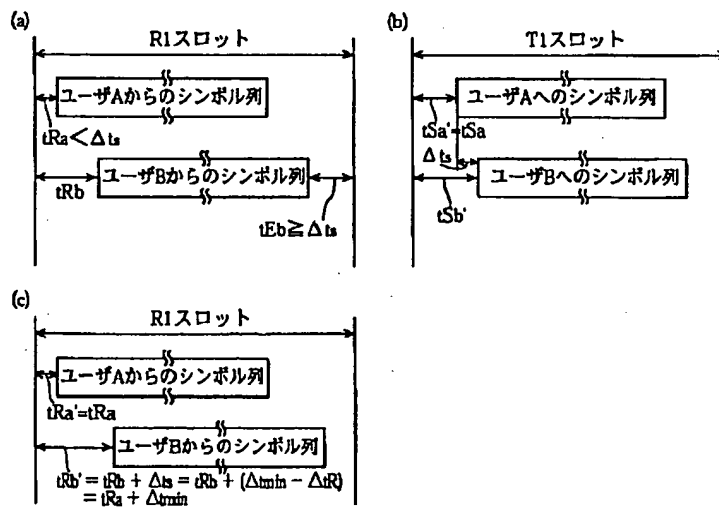
【図11】



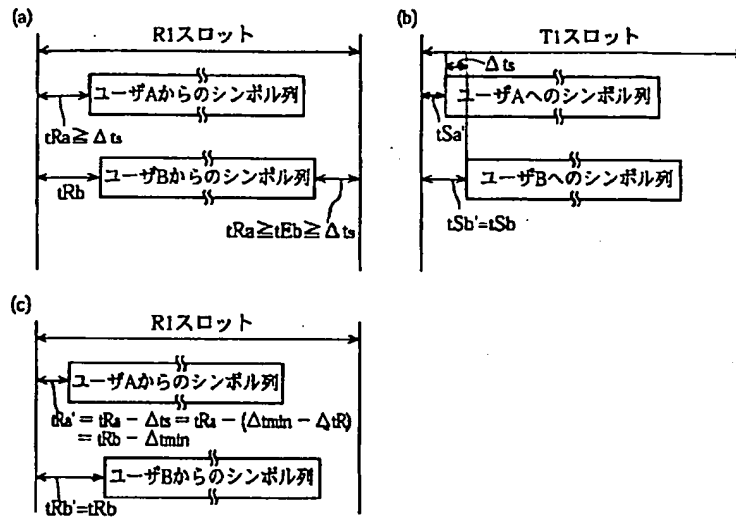
【図7】



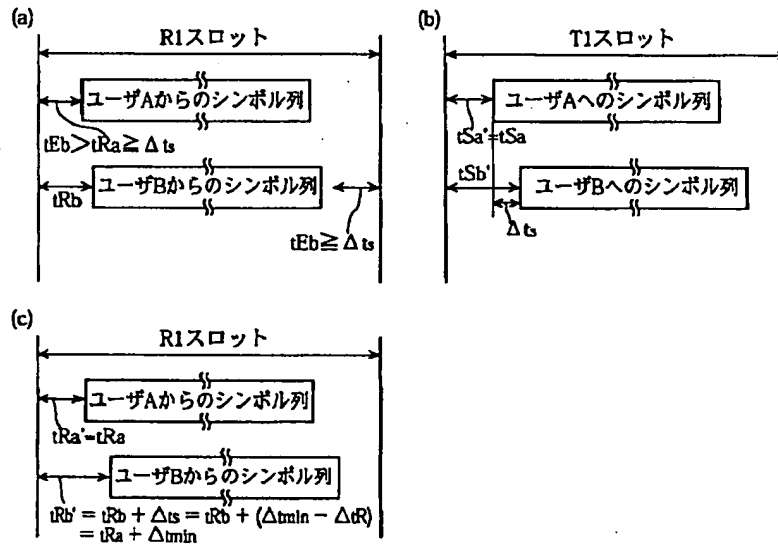
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.
// H04L 27/18

識別記号

F I
H04B 7/26

ターマード(参考)

105D

F ターム(参考) 5J021 AA05 CA06 DB01 EA04 FA14
FA15 FA16 FA17 FA20 FA32
GA02 HA05 HA10
5K004 AA05 FA05
5K059 CC01 CC04
5K067 AA03 AA26 BB04 CC01 CC04
EE02 EE10 EE22 EE72 GG01
HH21 KK03